
Análisis de control estadístico de calidad en los postes de concreto en la empresa PRENIC, S. A.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA

UNAN-RURD

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS.

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA- ESTADÍSTICAS.



**SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
LICENCIATURA EN ESTADÍSTICA.**

TEMA: "Análisis de control estadístico de calidad en los postes de concreto del producto terminado que se fabrican en la empresa PRENIC, S. A. en el periodo Octubre – Diciembre 2014".

ELABORADO POR: Br. Damaris Del Rosario Blandón Treminio.

TUTOR: Msc. Sebastián Gutiérrez Carballo.

ASESOR METODOLOGICO: Ms. Sergio Ramírez Lanzas.

Managua, Nicaragua 09 de Junio del 2015.

INDICE

DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
RESUMEN	6
I. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1 ANTECEDENTES	8
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.3 JUSTIFICACIÓN	10
II.OBJETIVOS.....	11
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	11
III. MARCO TEÓRICO.....	12
• 3.1 Historia.....	12
• 3.2 Misión	12
• 3.3 Vision.....	12
• 3.4 Política de calidad	13
• 3.5 Materia prima.....	13
• 3.6 Mano de obra	14
• 3.7 Maquinaria y equipos.....	14
• 3.8 Calidad	15
• 3.9 Control de calidad	16
• 3.10 Procesos	16
• 3.11 Proceso de producción	17
• 3.12 Diagrama de Procesos.....	17
• 3.13 Diagrama de Flujo.....	17
• 3.14 Diagrama de Flujo de Proceso:	18
• 3.15 Índice de capacidad.....	19
• 3.16 Cartas de control	20
• 3.17 Cartas de control individuales.....	22
VI.HIPÓTESIS	24
V.DISEÑO METODOLÓGICO.....	25

VI. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	27
VII. CONCLUSIONES.....	58
VIII. RECOMENDACIONES	59
IX. BIBLIOGRAFÍA	60
X. ANEXOS	61

DEDICATORIA

A ti Dios que me diste la oportunidad de vivir, por darme la sabiduría e inteligencia, darme la fe y fortaleza en los momentos más difíciles que tuve como estudiante logrando así ser un profesional y por darme una familia maravillosa

Con mucho amor y cariño a mi padre Francisco Blandón Paz quien ahora no se encuentra más en este mundo pero quien estuviera muy orgulloso y a mi madre Haydee Treminio, quienes me han dado la vida y han estado siempre a mi lado en todo momento brindándome su apoyo incondicional aun con sacrificios, para darme la oportunidad de tener una carrera profesional, la cual me servirá en mi futuro y por sobre todo por creer en mí.

A mi esposo Wilmer González y mis dos bellos hijos Bryan David González Blandón y Nahomi Esther González Blandón a quienes quiero mucho el cual ellos fueron mi motivación para culminar mi carrera.

A mis hermanos Anielka Blandón y José David Blandón a quienes quiero mucho, gracias por apoyarme, y a mis lindos sobrinitos Alejandro José Guadamuz Blandón, Denis Roberto Hernández Zamora.

A mi abuelita Julia Treminio, quien quiero y respeto, a mis tíos Rosa Treminio, Roberto Treminio, Eveling Espinoza, Leoncio Espinoza y Vivian Espinoza, mis primos que son como mis hermanos Rosa Adilia Zamora Treminio, Yasmina Yisset Zamora Treminio y Emilio Jose Zamora Treminio, Miguel Josue Guillen, por estar siempre a mi lado y brindarme su apoyo en el transcurso de mi vida.

A mis amigas Aura Flores Gutiérrez, María Elena Róbelo Somarriba, Maybelin Dávila Muñoz, Meylin Martínez Huete, Zayri, Carlos Cruz Navas, a todos por ser parte de mis logros y por brindarme siempre el apoyo, por creer en mí y por darme ánimos de continuar y terminar este documento.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, Dios, mi Señor, mi Guía, mi Proveedor, mi fin Ultimo; sabes lo esencial que has sido en mi posición firme de alcanzar esta meta, esta alegría, que si pudiera hacerla material, la hiciera para entregártela, pero a través de esta meta, podre siempre de tu mano alcanzar otras que espero sean para tu gloria.

Gracias a mis padres quienes siempre me dieron inspiración para alcanzar mis metas, por enseñarme que todo se aprende y que todo esfuerzo tiene al final su recompensa, porque todos sus esfuerzos se convirtieron en sus triunfos y en el mío, ya que definitivamente no hubiese podido hacer mí sueño realidad sin ustedes, no hubiese podido llegar hasta este logro, Los Amo.

A mi esposo, mis dos hijos, sobrinitos a toda mi familia y a todos mis amigos por ayudarme a crecer y madurar como persona por estar siempre conmigo apoyándome en todas circunstancias posibles, también son parte de esta alegría.

A mis profesores que me impartieron sus conocimientos para poder ser una profesional, le agradezco a mi tutor de seminario Ing. Sebastián Gutiérrez Carballo por compartir sus conocimientos y por darme la oportunidad de culminar esta meta.

GRACIAS A TODOS

RESUMEN

El presente estudio que se basa en analizar el control de la calidad de las mediciones de los postes pretensados elaborado en la empresa PRENIC, S. A. local ubicado en la zona de Sabana Grande, Managua; Este se desarrolló con el fin de establecer el control de la calidad del producto terminado para ello se utilizaron técnicas como la determinación de índice de capacidad de procesos por medio de Software MINITAB, cartas de control y cartas de control de individuales.

Teniendo en el diseño metodológico un estudio mixto, el tipo de investigación es de carácter descriptiva y es de corte transversal.

A través de las técnicas aplicadas se logró determinar la situación de la empresa en ciertos factores:

Por medio de los índices de capacidad para la longitud de los postes el proceso se encuentra adecuado, mientras que para los diámetros de la cabeza y la base de los postes el proceso es inadecuado. Por otro lado mediante las cartas de control de individuales para la longitud y los diámetros de la cabeza y base de los postes se encuentran bajo control estadístico.

En lo que respecta con la carta en función de la media-desviación se encuentra bajo control de referencia a la tendencia central de acuerdo a la característica del pretensado de los torones. La carta de control en función de la desviación para la misma característica no se encuentra en bajo control ya que no cumple con la prueba número ocho porque existe un patrón cinco debido a la existencia de quince puntos consecutivos en la zona C.

En base a la distancia entre los taladros las cartas de control en función de la media-desviación se encuentra bajo control estadístico referente a la tendencia central a la variabilidad.

Se puede concluir que el producto de la empresa como son los postes de concreto se encuentran bajo control estadístico, más sin embargo las características del diámetro de la cabeza y base del poste no son adecuadas.

Por lo que se recomienda más control con los diámetros de sus postes aunque no perjudiquen de alguna manera su rendimiento per si no se tiene presente esto puede en un futuro causar descontento con el cliente que demanda dicho producto.

I. INTRODUCCIÓN

El presente documento que corresponde al Seminario de Graduación para optar al título de Licenciada en Estadísticas, tiene como objetivo principal analizar las características del producto terminado (poste de 10.5mts), a través de diferentes técnicas como son cartas de control y también índice de capacidad el cual pretende explicar las ventajas de aplicar el Control Estadístico en los procesos de producción con el fin de mejorar los procesos productivos, disminuyendo costos para así ofrecer productos realmente competitivos.

Lograr la excelencia operativa en los procesos y métodos de trabajo, ha sido durante los últimos años una meta importante que debe alcanzarse con la elaboración e implementación de planes de control para la producción, y en general para todas las actividades de una empresa.

Este documento hace referencia a un estudio que fue realizado en PRENIC, S.A., ubicada en la comunidad rural de Sabana Grande, Managua. Empresa dedicada desde hace algunos años a la elaboración de postes a base de concreto y acero. Por ende se vio en la necesidad de aplicar dichas técnicas porque le permitirá a la empresa conocer que tan buena es la calidad de su producto que está ofreciendo y de esta manera mejorar en caso de encontrarse alguna deficiencia para que tanto la empresa como el cliente se encuentren satisfechos y puedan ambos obtener beneficios.

1.1 ANTECEDENTES

Muchos años atrás la madera era la principal materia prima para la elaboración de postes, si bien se recuerda que el incremento de la población a nivel mundial ha traído consigo una necesidad de llevar a cualquier rincón de todo país, ciudad o comunidad los servicios básicos como los son la luz eléctrica y medios de telecomunicación, pero en tal situación cada empresa que se dedica a la elaboración de postes analizaron que día a día era mayor la cantidad de bosques en peligro para satisfacer las necesidades de llevar estos servicios, por ello una propuesta más efectiva para la elaboración de postes fue la fusión del acero y el concreto, lo cual brinda una mayor seguridad y durabilidad en los postes que son elaborados.

De acuerdo a lo antes mencionado a países como el nuestro que no poseen industria siderúrgica y que enfrentan serios problemas de depredación de sus bosques; actualmente para su elaboración de estos las materias primas son el cemento el cual se encuentra casi en su totalidad en nuestra nación así como también los agregados (grava y arena), quedando solamente el cable de acero y los materiales ferrosos como productos de importación.

La empresa PRENIC S. A., es una empresa de la rama de producción de postes pretensados. Esta empresa se ha desarrollado con mucho éxito, ya que cuenta con un sistema a base de vapor dando mayor rapidez al secado de los postes. Cuenta con un personal capacitado para realizar estos trabajos

Cabe destacar que en años anteriores, no se han hecho estudios relacionados en el análisis de características del producto terminado a través de técnicas de Control Estadístico de la Calidad, por lo tanto no encontré documentos o antecedentes relacionados a este trabajo, por lo que se convierte en el primer estudio. Este trabajo es importante ya que pequeña o mediana empresa debe de poseer un buen sistema de control de calidad para logra desarrollarse a nivel nacional.

Es por eso que me he propuesto realizar este trabajo ya que se pretende efectuar un análisis en las particulares del poste, enfocándose en la calidad obtenida de los productos terminados.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las empresas que desean mantenerse en el amplio mundo de la competitividad deben acogerse a las medidas y reglas adoptadas con la finalidad de estandarizar los procesos, a través de un buen sistema de Control Estadístico de Calidad.

Esta investigación fue realizada en la empresa de Pretensado Nicaragüense PRENIC S.A. dedicada a la fabricación de postes de concreto con estructura de acero pretensado.

Debido al estudio que se está viviendo en la empresa existe la problemática de: ¿por qué se encuentran tantos errores en los resultados de la elaboración de los postes?

Para poder conocer cuáles son los indicios de estos resultados en la elaboración de los postes que está obteniendo la empresa se llegó a la determinación que técnicas se utilizaran para este estudio, para lograr analizar el proceso de producción se debía estar presente pero eso no se logró ya que si se estaba presente durante el proceso era muy peligroso porque presenta un sistema de vapor, la mezcladora, la grúa y al hacer la canasta del poste se tiende a soltar los torones de las muelas (barras de acero), por ello se decidió trabajar con el producto terminado, por lo cual se realizaron mediciones a la longitud, los diámetros tanto el superior como el inferior (cabeza y base), distancias entre los taladros y las diferentes etapas de presión de la pretensadora (los diez torones) a los lotes, uno de 50 y el segundo con tan solo 10 unidades de producto terminado, mediciones. Por lo que analizando cada característica del poste se dará respuesta a la problemática.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo se realizó debido a las necesidades actuales que presenta la empresa PRENIC, S.A con respecto a la calidad en los postes de concreto que produce. En los últimos años, la demanda de postes en este país ha experimentado un desarrollo significativo esto para satisfacer las necesidades de los servicios básicos como energía eléctrica y las telecomunicaciones.

De acuerdo a lo antes mencionado los postes deben ser fabricado bajo estrictas normas de calidad y en las instalaciones adecuadas, para la elaborar dichos postes la materia prima son el cemento, grava, arena y acero.

Por lo que se llevó a cabo un análisis a las características del poste producto terminado para saber si el poste que la empresa está fabricando cumple con las especificaciones establecidas y así ofrecer productos realmente competitivos.

II.OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- ✚ Analizar las características del producto terminado (postes de 10.5mts), a través de cartas de individuales, los índices de capacidad y cartas de control.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✚ Realizar cartas de individuales en función de la longitud total, diámetro exterior (cabeza y base) de los postes de concreto.
- ✚ Efectuar un análisis a partir de los índices de capacidad en función de la longitud total, diámetro exterior (cabeza y base) de los postes de concreto.
- ✚ Elaborar cartas de control para el pretensado de los torones y la distancia entre los taladros.
- ✚ Proponer sugerencias para el mejoramiento de la calidad en las características del producto terminado.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Historia

La empresa de Pretensado Nicaragüense, PRENIC S.A., es una sucursal en nuestro país de la empresa ATLAS S.A. que inicio en El Salvador en el año 1940 con la fabricación de postes de concreto con estructura de acero pretensado, en ese tiempo representaba un gran adelanto tecnológico y cubriendo las necesidades de postes en El Salvador para los servicios de energía eléctrica y telefonía.

Al terminar el año 2000, los servicios habían crecido enormemente, y consecuentemente la necesidad de postes también. Los volúmenes de producción de ATLAS S.A. fueron suficientes para cubrir la demanda, no solo de El Salvador si no de buena parte de Centroamérica, incluyendo Nicaragua.

CONCRECEN S.A fue creada en el año 2004, y en Junio del 2006 fue comprada por la empresa ATLAS S.A. de la República de El Salvador adquiriendo así el nombre de PRENIC S.A.

PRENIC está ubicada en Sabana Grande, en el departamento de Managua, y se dedica a la fabricación de postes de concreto. A la vez es una empresa de capital privado, dedicada a la producción y comercialización en forma rentable, de productos de concreto como los postes, siendo su principal cliente Unión Fenosa, cuenta con un nivel organizacional bien definido jerárquicamente en correspondencia al tamaño y complejidad de la organización actual. PRENIC como sucursal de ATLAS S.A. comparten misión, visión y política de calidad.

3.2 Misión

Ofrecer a nuestros clientes, una gran diversidad de soluciones integrales en postes de excelente calidad, fabricados con tecnología de punta, incluyendo servicios asociados, mediante una organización sólida, con personal altamente calificado, utilizando los recursos naturales y la energía de forma eficiente para reducir los desechos, vertidos y emisiones desde su origen.

3.3 Vision

Consolidar nuestro liderazgo en producción de poste de concreto y ofrecer a nuestros clientes soluciones integrales que incluyen un montaje y la prestación de servicios asociados en obras de distribución y transmisión eléctrica, telefonía celular y otros proyectos de desarrollo comprometidos con la conservación de los recursos naturales valiosos del aire, el agua y la tierra.

✿ 3.4 Política de calidad

En productos ATLAS, acorde a nuestra misión y visión estamos comprometido a:

- Satisfacer expectativas actuales y futuras de nuestros clientes con procesos de diseño, desarrollo, fabricación, servicio y distribución de postes y productos de concreto de alta calidad y elevados niveles de calidad.
- Con personal altamente calificado y una organización sólida, bajo un sistema de gestión de la calidad que nos permite garantizar procesos eficaces y una mejora continua de la calidad y la productividad con que nos desempeñamos.

✿ 3.5 Materia prima

La actividad de PRENIC en la elaboración de postes le exige gran calidad en sus materiales ya que los compradores también lo demandan. La materia prima utilizada en PRENIC son el cemento, la arena, el piedrín, el acero, alambre recocido y alambre de polo.

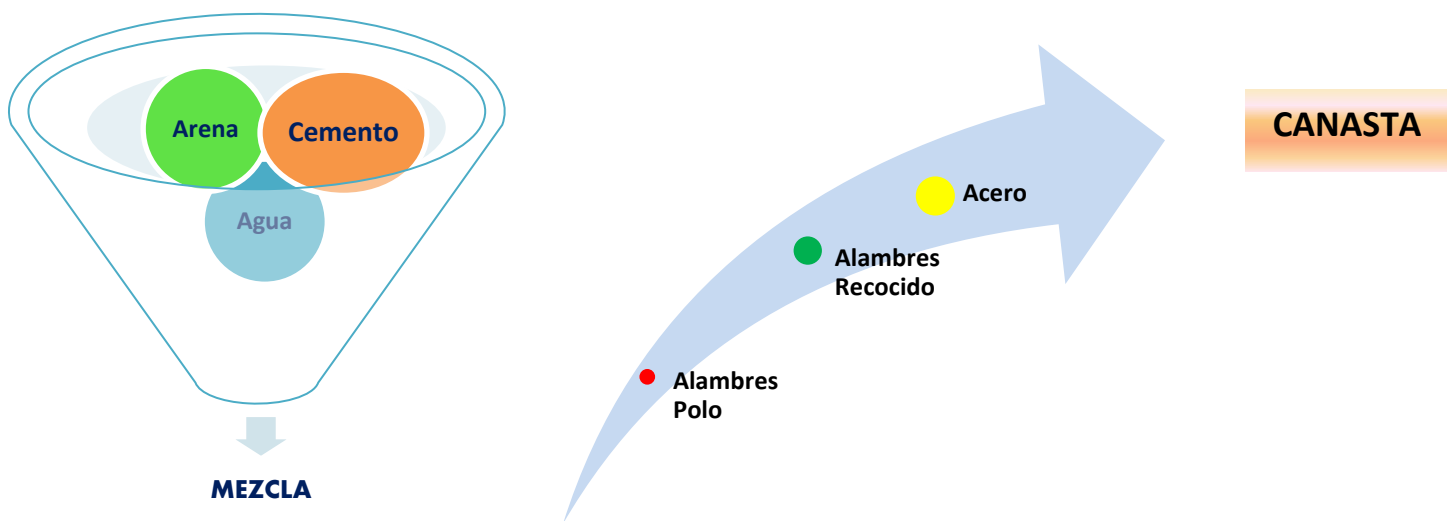


Figura: Ciclo del proceso de la elaboración de postes de concreto.

Fuente: Elaboración Propia.

3.6 Mano de obra

La organización de los trabajadores está bien distribuida en PRENIC S.A. tanto en el área administrativa como en el área de producción. La empresa cuenta con 7 personas en el área Administrativa y 14 personas en el área de producción todos ellos laborando de lunes a viernes 12 horas al día y sábados medio día, gozando de un salario mensual más comisiones.

3.7 Maquinaria y equipos

En la planta hay diferentes maquinarias y equipos necesarios para llevar a cabo la producción de postes satisfactoriamente.

Los cuales son los siguientes:

1. Monitor de red eléctrica.
2. Molde para postes.
3. Mezcladora.
4. Vertedora.
5. Caldera.
6. Tensadora hidráulica.
7. Monitor de caldera.
8. Seis moldes de treinta y cinco pies fijos, los cuales pueden variar a treinta y cuarenta pie con ensamblado.

- **3.8 Calidad**

MÜNCH G, Lourdes. Más allá de la excelencia y de la calidad total. México: Editorial Trillas S.A de C. V. 1998. Pág. 51. Dice que "La calidad es la cultura organizacional orientada a la satisfacción integral de las necesidades del cliente mediante la producción de artículos y/o servicios que según cumplen con un conjunto de atributos y requisitos".

"Se entiende por calidad el grado en el que un conjunto de características inherentes o asignadas, cualitativas, cuantitativas, físicas, sensoriales, de comportamiento, del producto o servicio, cumplen con los requisitos" explican MEJIA M., Joaquín Emilio; POVEDA O., Pedro Pablo; CAÑON Z, German y BOHORQUEZ A., Luz Esperanza. Herramientas para implementar un sistema de gestión de calidad. Bogotá: Edición CYGA. Impresión en LEGIS S. A. Segunda Edición, 2006. (pág. 18).

Con respecto a MÜNCH.G., Op. Cit., pág. 301, el control de la calidad es un "Modelo conceptual de las actividades interdependientes que influyen sobre la calidad de un producto o servicio a lo largo de todas sus fases, desde la identificación de las necesidades hasta la evaluación del grado de satisfacción de la aptitud para satisfacer las necesidades explícitas o estas".

Según Humberto Gutiérrez (1997, pág. 9) "La calidad es ante todo satisfacción del cliente. La satisfacción está ligada a las expectativas que el cliente tiene sobre el producto o servicio, expectativas generadas de acuerdo con las necesidades, los antecedentes, el precio, la publicidad, la tecnología, etcétera.

Define Feigenbaum (1986, p.p.109-110) "La calidad debe diseñarse y construirse dentro de un producto; no puede ser puesta ahí por convencimiento o inspección".

Generalmente, el termino Calidad es usado como indicador del nivel de comportamiento del producto, el cual se mide en términos de los requerimientos especificados por el cliente (Lester Harry, 1989, p.25).

Cuando se usa el término de Calidad, nos imaginamos un excelente producto o servicio, que se cumple o rebasa nuestras expectativas. Estas expectativas se basan en el uso que se pretende dar y en el precio de venta. Por ejemplo el cliente espera un desempeño diferente entre una ronda plana de acero y ronda cromada de acero, porque son de distintos grados.

Cuando un producto sobrepasa nuestras expectativas, a eso lo consideramos calidad, entonces la calidad es algo intangible que se basa en la preparación. (Besterfield, 2009).

✿ 3.9 Control de calidad

De acuerdo con el Dr. Ishikawa (1986) "El control de calidad es desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor".

Para tener un servicio o productos de calidad hay que complacer al cliente para que este lo busque, al mismo tiempo tiene que beneficiar a la empresa para obtener ingresos. Estando las dos partes beneficiadas se obtiene un excelente negocio así como una buena producción o servicio.

Por otro lado Velásquez (1990) afirma que el control de la calidad es la función administrativa cuyo objetivo es mantener la calidad de los productos que elabora una empresa, de acuerdo a una línea de normas y estándares establecidos.

Consiste también en la implantación de programas, mecanismos, herramientas y/o técnicas en una empresa para la mejora de la calidad de sus productos, servicios y productividad.

También el control de calidad es un conjunto de acciones o medidas que tienen como objetivos comprobar o verificar que el producto o servicio haya cumplido con determinadas especificaciones o requisitos de calidad.

✿ 3.10 Procesos

"Una serie de actividades y operaciones interrelacionadas que involucran diseño, selección de materiales, planeación, producción, aseguramiento de la calidad, administración y mercado de bienes discretos y durables de consumo". CAM-I (ComputerAidedManufacturing International, Arlington, Texas)

"Es la transformación de recursos o factores en bienes y servicios mediante la aplicación de una tecnología (conjunto de los conocimientos técnicos de la sociedad en un momento dado)".

<http://es.wikipedia.org/wiki/producc%C3%B3n>

Conforme a MMOOD JOSEPH. Conceptos de Producción México 1995, (pág. 105) "Conjunto de operaciones que sirven para mejorar e incrementar la utilidad o el valor de los bienes".

✿ 3.11 Proceso de producción

Es un sistema de acciones que se encuentran interrelacionadas de forma dinámica y que se orientan a la transformación de ciertos elementos. De esta manera, los elementos de entrada (conocidos como factores) pasan a ser elementos de salidas (productos), tras un proceso en el que se incrementa su valor.

✿ 3.12 Diagrama de Procesos

Explica (McGraw-Hill, 1991). Los diagramas de relación y de procesos interdisciplinarios permiten descubrir oportunidades para hacer el trabajo mejor, más rápido con menos recurso (para más información, hacer referencia a la sección de análisis de procesos). Con frecuencia es posible identificar oportunidades significativas para mejorar, poniendo en claro los requerimientos de insumos y resultados, en especial si un gran número de funciones o de partes del negocio participan en la producción del resultado final.

Los diagramas también pueden ser de gran ayuda para establecer o asignar una responsabilidad clara en el desempeño del proceso global (en lugar de hacerlo a nivel departamental o funcional) mediante la definición de los límites del trabajo requerido para producir una salida específica, independientemente que el flujo de trabajo atraviesa para llegar a su destino final.

✿ 3.13 Diagrama de Flujo

Los diagramas de flujo son una herramienta conocida para muchos lectores.

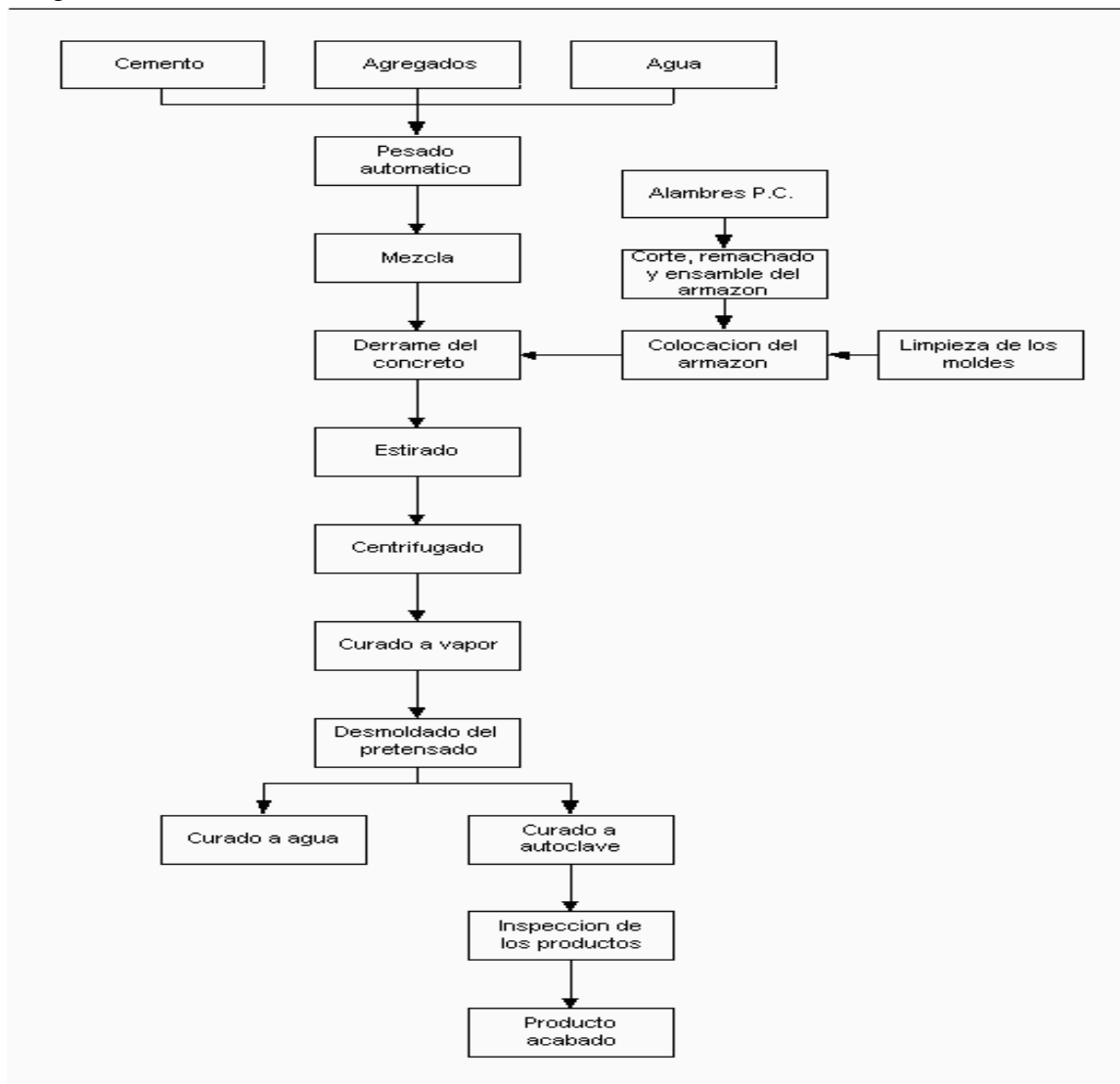
El diagrama de flujo no es más que trazar la imagen de un proceso "del libro" "BusinessProcessImprovement" de H James Harrington (McGraw-Hill, 1991).

Es una representación gráfica de un proceso. Cada paso del proceso es representado por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa de proceso. Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección de flujo de proceso.

El diagrama de flujo ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en un proceso mostrando la relación secuencial entre ellas, facilitando la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás, el flujo de la información y los materiales, las ramas en el proceso, la existencia de bucles repetitivos el número de pasos del proceso, las operaciones de interdepartamentales facilitan también la selección de indicadores de proceso.

3.14 Diagrama de Flujo de Proceso:

Diagrama de flujo



En la realización de este trabajo se pretende analizar si el proceso en su totalidad se encuentra estable analizando diversos aspectos del producto terminado, para cual se efectuaran primeramente los análisis para los índices de capacidad, que son mediciones especializadas en evaluar la capacidad. No obstante, en ocasiones se hace uso de forma inadecuada y no se toman en cuenta sus limitaciones por lo que es muy importante describirlos para realizar una interpretación correcta.

✿ 3.15 Índice de capacidad

Los índices Cp y Cpk ayudan a enfatizar la necesidad de mejoras para reducir la variabilidad del proceso, también facilitan la comparación del desempeño de diferentes proveedores o procesos y proporcionan una idea aproximada del porcentaje de artículos que no cumplen con las especificaciones. (Gutiérrez Pulido, 2005).

Para que un producto elaborado por un proceso se pueda considerar de calidad, los valores de las mediciones de cierta característica del tipo nominal deben ser igual a cierto valor nominal o ideal (N) o al menos tiene que estar dentro de cierta especificación inferior (EI) Y Superior (ES), entonces una medida de la capacidad potencial del proceso para cumplir con tales especificaciones la da el índice de capacidad de proceso, Cp:

$$Cp = (ES - EI) / 6\sigma \text{ (Gutiérrez Pulido, 2005, pág. 131-132)}$$

El índice Cp estima la capacidad potencial del proceso para cumplir con tolerancias, pero una de sus desventajas es que no toma en cuenta el centrado del proceso, sin embargo se puede modificar el Cp para que además de tomar en cuenta la variabilidad, también evalúe donde se localiza la media del proceso respecto a las especificaciones; al Cp modificado se le llama índice de capacidad real, Cpk:

$Cpk = \frac{MC}{3\sigma}$. Donde MC es el valor más pequeño entre $(\mu - EI)$ y $(ES - \mu)$. A su vez μ es la media de la característica de calidad. (Gutiérrez Pulido)

Antes de continuarse debe explicar que las especificaciones mencionadas anteriormente se simbolizaran de otra forma, es decir, la especificación ES será LSC (límite superior de control) y EI será LIC (límite inferior de control), los antes descrito se utilizara en los cálculos para los índice de capacidad. A demás de los índices de capacidad antes mencionados, también se debe hacer énfasis en el índice de Taguchi, donde este señor propone una definición alternativa de los índices de capacidad del proceso, la cual se fundamenta en lo que él denomina función de perdida. Este índice se denota por Cpm, el cual proporciona una mejor medición en el centrado del proceso que el Cpk.

En las organizaciones se cuestiona ocasionalmente acerca del efecto que tiene lo que se hace sobre calidad, la eficiencia y las ventas. El contexto de estos cuestionamientos es el hecho de que la empresa, por lo general, se han comportado de alguna manera ante los cambios y situaciones adversas. Por ejemplo se comporta y actúa ante:

- Disminución de venta.
- Cancelación de pedidos.
- Deterioro de la calidad.
- Lotes rechazados.
- Reclamos y quejas de los clientes.

- Retraso en la producción.
- Aumento de los costos de producción y administración.
- Excesiva rotación del personal.
- Accidentes de trabajo.
- Nuevos productos de la competencia.
- Fallas en los equipos.
- Problemas con los proveedores.

Muchos de estos cambios o problemas se repiten y la gente trabaja para evitarlos, sin embargo se siguen dando. (Gutiérrez Pulido, 2005, pág. 189). La idea básica de una carta de control es observar y analizar gráficamente el comportamiento de un proceso, con el propósito de distinguir las variaciones debidas a causas comunes de las ocasionadas por causas especiales (atribuibles). Esto permitirá detectar cambios y tendencias importantes en los procesos. (Gutiérrez Pulido, 2005, pág. 195).

3.16 Cartas de control

Muestra cómo se compara una característica a través del tiempo, son herramientas efectivas para entender la variación del proceso ayudan a lograr el control estadístico.

Si todos los puntos están dentro de los límites y no siguen un patrón específico, se dice que el proceso está bajo control o bajo control estadístico.

Ahora bien las cartas de control se deben analizar bajo el cumplimiento de ocho pruebas que se resumen para 5 patrones los cuales son:

Prueba # 1: Un punto fuera de los límites tanto superior como inferior.

Prueba # 2: Que no existan dos de tres puntos consecutivos en la zona A o más allá.

Prueba # 3: Que no deben de haber cuatro de cinco puntos consecutivos en la zona B o más allá.

Prueba # 4: Ocho puntos consecutivos de un solo lado de la línea central.

Todas estas cuatro pruebas encierran el patrón # 1 que es cambios (brincos) en el nivel del proceso, así que si una de ellas sucediera en la carta de control desde instante esta fuera de control estadístico.

Para el patrón # 2: tendencias en el nivel del proceso, en este se encuentra la prueba # 5 que dice que no deben existir 6 puntos consecutivos ascendentes (o descendente).

Para el patrón # 3: ciclos recurrentes (periodicidad), para que este patrón no se encuentre en la carta debe cumplir la prueba # 6 que dice que no debe de existir 14 puntos consecutivos alternado entre altos y bajos.

Para el patrón # 4: mucha variabilidad, debe pasar la prueba # 7, que dice que no debe existir 8 puntos consecutivos a ambos lados de la línea central con ninguno en la zona C.

Para el patrón # 5: falta de variabilidad, expresa que por medio de la prueba # 8 que no hayan quince puntos consecutivos en la zona C arriba o debajo de la línea central, tales puntos no se encuentran y cumple la prueba.

Los límites de control dependen del comportamiento de los datos, cuentan con líneas como LSC (límite superior de control) y LIC (límite inferior de control), dichas líneas indican que las observaciones anotadas de un X o Y proceso o elemento no pueden sobrepasar dichos límites, ya que si esto sucede el proceso está fuera de control, y la línea central será LC (límite central) la cual es el parámetro en promedio del X o Y proceso y a través de esta se evaluará la cercanía o el éxito de la elaboración del producto o proceso. Las cartas tipos Shewhart para variables continuas más usuales son:

- \bar{X} (de promedios)
- R (de rangos)
- S (de desviación estándar)
- X (de medias individuales)

Estas formas distintas de llamarle a una carta de control se debe al tipo de estadístico que se grafica en la carta: promedio, un rango, etc., por medio del cual se analiza el comportamiento de un proceso. (Gutiérrez Pulido, 2005, pag.197)

Si hablas de una carta de promedio, esta evaluación se efectúa a procesos que generan una gran cantidad de productos terminados y características de calidad de interés. A través de estos tipos de control se trata de analizar las tendencias que poseen una determinada característica o proceso, es decir se analiza la eficiencia del proceso o del producto. Lo antes mencionado se puede aplicar a las cartas de rango o desviación estándar. Otro punto muy importante es que en estas cartas de control se trata de evaluar varios puntos de un mismo producto o de un proceso determinado a como se realizará en los resultados.

✿ 3.17 Cartas de control individuales

Se usa para procesos lentos que conducen abajas tasas de producción o cuando es muy costoso tomar muestras grandes o bien en procesos automatizados

No obstante las cartas individuales se asemeja a las cartas de control de promedio, rango, etc., pero este tipo de análisis se realiza cuando no puedes medir varias características a un mismo proceso o producto un ejemplo más claro es la medición de diámetros de postes de concreto, lo cual se mide una vez ya que medir otra vez sería algo más tardado y se tiende a perderse tiempo.

La elaboración de dichas cartas al igual que las anteriores se basa en determinar los LSC, LC y el LIC para proceder a verificar si las observaciones determinan el control del proceso o la calidad del producto. Además se debe recalcar la utilización de tablas que se representaran en anexos, dichas tablas para las cartas antes mencionadas.

Gráficas de rango móviles: Esta grafica no tiene interpretación debido a la forma en que se obtienen los rangos.

Límites para el rango:

$$LSC = D_4 \bar{R}$$

$$LC = \bar{R}$$

$$LIC = D_3 \bar{R}$$

Los respectivos valores de los límites tanto superior como inferior son tomados para realizar la carta de control de individuales. Dichos valores son constantes y se representan mediante líneas discontinuas de color rojo y la línea del LC se representa mediante una línea solida color azul oscura.

Gráficas de media: Antes de calcular los limites es necesario que este bajo control la gráfica de rangos.

Límites para la media:

Para obtener los límites se realiza de la siguiente función:

$$\mu_x \pm 3\sigma_x \text{ o lo que es igual que } \bar{X} \pm 3 \left(\frac{\bar{R}}{d_2} \right)$$

$$LSC = \bar{X} + 3 \left(\frac{\bar{R}}{d_2} \right)$$

$$LC = \bar{X}$$

$$LIC = \bar{X} - 3 \left(\frac{\bar{R}}{d_2} \right)$$

Con los valores de los límites en función de los datos promedios, podemos proceder a realizar la carta de control de individuales, donde los LSC y LIC se representan con línea discontinua de color rojo y el LC se representa con una línea solida de color azul.

Índice de capacidad de descentrado del proceso

$$K = \frac{\mu - N}{0.5(LSC - LIC)} * 100\%$$

Valores de K menores a 20% en términos absolutos se consideran aceptables, pero a medida que el valor absoluto de K sea más grande que 20%, indica un proceso muy descentrado, lo cual contribuye de manera significativa a que la capacidad del proceso para cumplir especificaciones sea baja.

Límites para la carta de control en función de la media- desviación.

$$LSC = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{S}$$

$$LC = \bar{\bar{X}}$$

$$LIC = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{S}$$

Límites para la carta de control en función de la desviación.

$$LSC = B_4 * \bar{S}$$

$$LSC = \bar{S}$$

$$LSC = B_3 * \bar{S}$$

Límites para la carta de control en función de la media.

$$LSC = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$LC = \bar{\bar{X}}$$

$$LIC = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

VI.HIPÓTESIS

¿Existe un buen control estadístico en los postes de concreto fabricados por la empresa PRENIC, S.A?

V.DISEÑO METODOLÓGICO

✿ Enfoque de la investigación:

Para la realización de este estudio aplicare un estudio mixto, El enfoque cualitativo lo reflejamos en los atributos y cualidades, que me van a permitir desarrollar el análisis de las características del producto terminado. El estudio cuantitativo se va representar en los datos analizados.

✿ Tipo de investigación:

El tipo de investigación que se va aplicar es de carácter descriptiva puesto que estos tienen como objetivo desarrollar una mejor representación del fenómeno estudiado. Este se logra representar a través de la descripción que se realiza para poder ver la realidad en la que se encuentra la empresa. Respecto a la orientación en el tiempo, esta es una investigación de corte transversal, ya que en el periodo comprendido es entre Octubre a Diciembre del 2014.

✿ Población:

Para este estudio investigativo he tomado como población los postes de concreto fabricados en dicha empresa, por lo cual se realizaran las mediciones a la longitud, el grosor, los diámetros tanto el superior como el inferior (cabeza y base), distancias entre los taladros y las diferentes etapas de presión de la pretensadora (los diez torones) a los lotes, uno de 50 y el segundo con tan solo 10 unidades de producto terminado, mediciones.

✿ Muestra:

Se tomaron 60 postes producto terminado ya que la empresa produce 6 postes por día y las mediciones se tomaron en dos semanas de lunes a viernes.

✿ Métodos y técnica utilizados para la recolección y análisis de datos

En el desarrollo de este estudio investigativo en la empresa PRENIC S.A. se utilizara fuentes primarias como son:

- **Trabajadores de la empresa.**
- **Producto terminado.**

Y fuentes secundarias como es:

- **Recopilación de datos**

Como técnica utilizare:

- **Observación Directa:**

Al momento de la identificación de los proceso de elaboración del producto, se procedió a hacer un recorrido por las instalaciones para determinar las condiciones actuales en las que se encuentra la empresa, para obtener la información necesaria y así poder desarrollar este trabajo.

- **Recopilación de Datos:**

Para la obtención de los datos, el responsable de la empresa, proporcionó información sobre ¿cuáles son los productos que más se demandan?, ¿Qué pruebas utilizan para asegurarse de la confiabilidad de sus productos?, ¿Qué normas o estándares utilizan en el proceso de elaboración de los postes de concreto?

VI. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para la realización del análisis se aplicaron cartas de individuales en función del diámetro exterior de la cabeza del poste de concreto los datos y resultados efectuados en Excel se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1

	Observaciones de las medidas del diámetro exterior de la cabeza del poste	Rango móvil del diámetro exterior de la cabeza del poste
# Observaciones		
1	159	
2	161	2
3	158	3
4	161	3
5	159	2
6	160	1
7	162	2
8	159	3
9	160	1
10	160	0
11	158	2
12	159	1
13	160	1
14	162	2
15	160	2
16	159	1
17	160	1
18	161	1
19	158	3
20	160	2
21	161	1
22	162	1
23	159	3
24	160	1
25	162	2
26	162	0
27	161	1

# Observaciones	Observaciones de las medidas del diámetro exterior de la cabeza del poste	Rango móvil del diámetro exterior de la cabeza del poste
28	160	1
29	160	0
30	159	1
31	158	1
32	160	2
33	159	1
34	161	2
35	160	1
36	159	1
37	160	1
38	158	2
39	161	3
40	160	1
41	159	1
42	160	1
43	158	2
44	161	3
45	160	1
46	161	1
47	160	1
48	158	2
49	160	2
50	159	1
51	160	1
52	159	1
53	161	2
54	160	1
55	158	2
56	159	1
57	161	2
58	160	1
59	160	0
60	159	1
	159.85	1.4576
	\bar{x}	Rango Móvil

Como se aprecia en la tabla 1, los datos mostrados se basan en 60 observaciones, obteniendo lo siguiente:

$\bar{x} = 159.85$, $\bar{R} = 1.4576$, respectivamente.

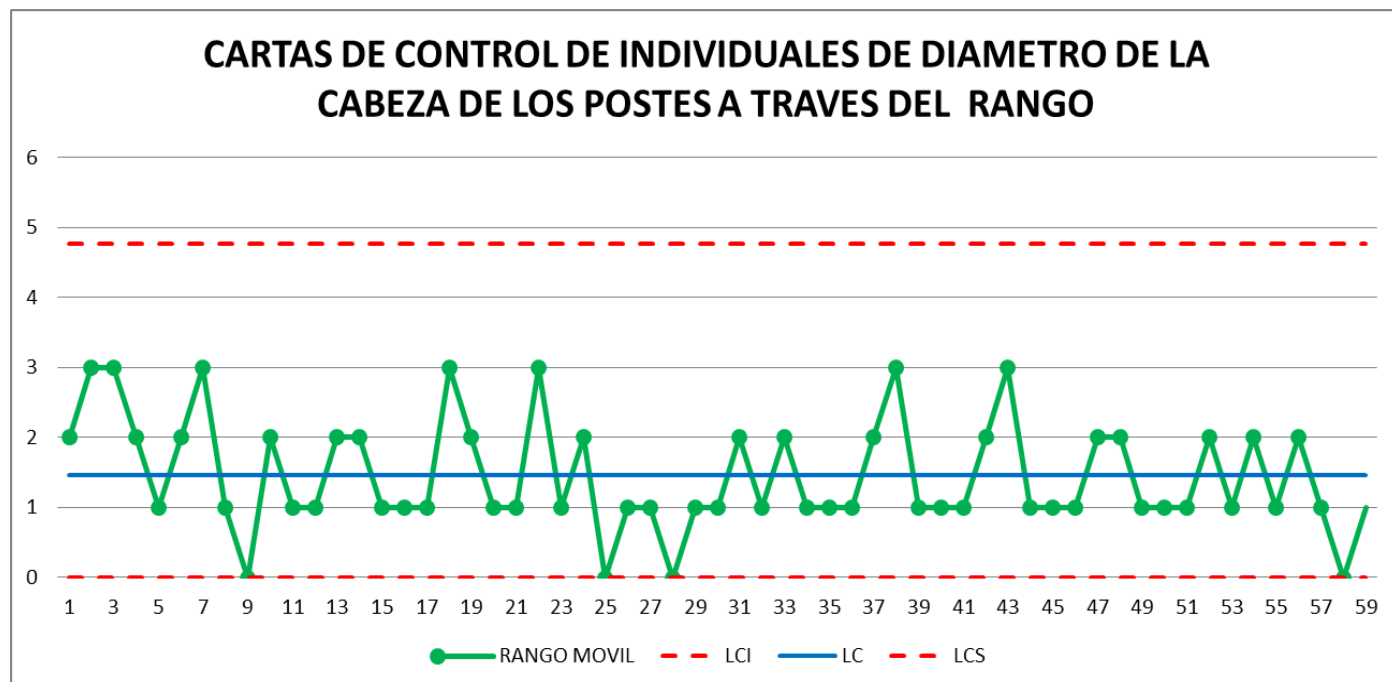
La desviación estándar del proceso $\sigma_x = 1.2921$, respectivamente.

De aquí que los límites de control para el diámetro de la cabeza del poste en función de la media y el rango sean:

Límites de control para el diámetro de la cabeza del poste	LSC	LC	LIC
Límite para el rango	4.7620	1.4576	0
Límite para la media	163.7266	159.85	155.9734

Carta de individuales en función del rango de las mediciones del diámetro exterior de la cabeza del poste de concreto.

Gráfica 1

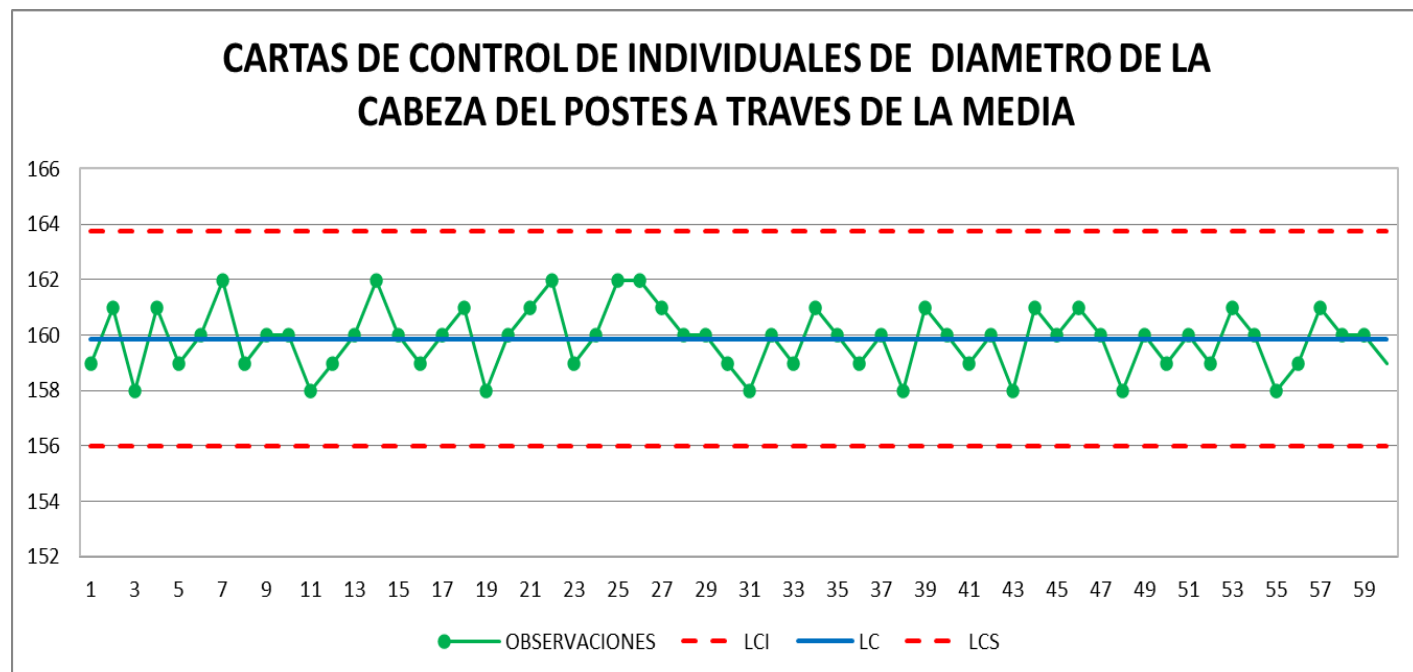


Fuente: Elaboración propia

Por medio de la gráfica 1, se puede analizar que a través de los límites encontrados con referencia a la característica diámetros exterior de la cabeza de los postes, el proceso se encuentran bajo control estadístico en lo que refiere a la variabilidad, ya que no presentan valores que sobrepasen los límites.

Carta de individuales en función de la media del diámetro de las mediciones de la cabeza del poste de concreto.

Gráfica 2



Fuente: Elaboración propia.

Por medio de la gráfica 2 se puede apreciar que a través de los límites encontrados con respecto al diámetro de la cabeza de los postes, este proceso se encuentra bajo control estadístico en referencia a la tendencia central de los datos recopilados y de acuerdo con la norma UF la medida estándar del diámetro de la cabeza de los postes es de 160 mm, con una tolerancia de ± 2 mm.

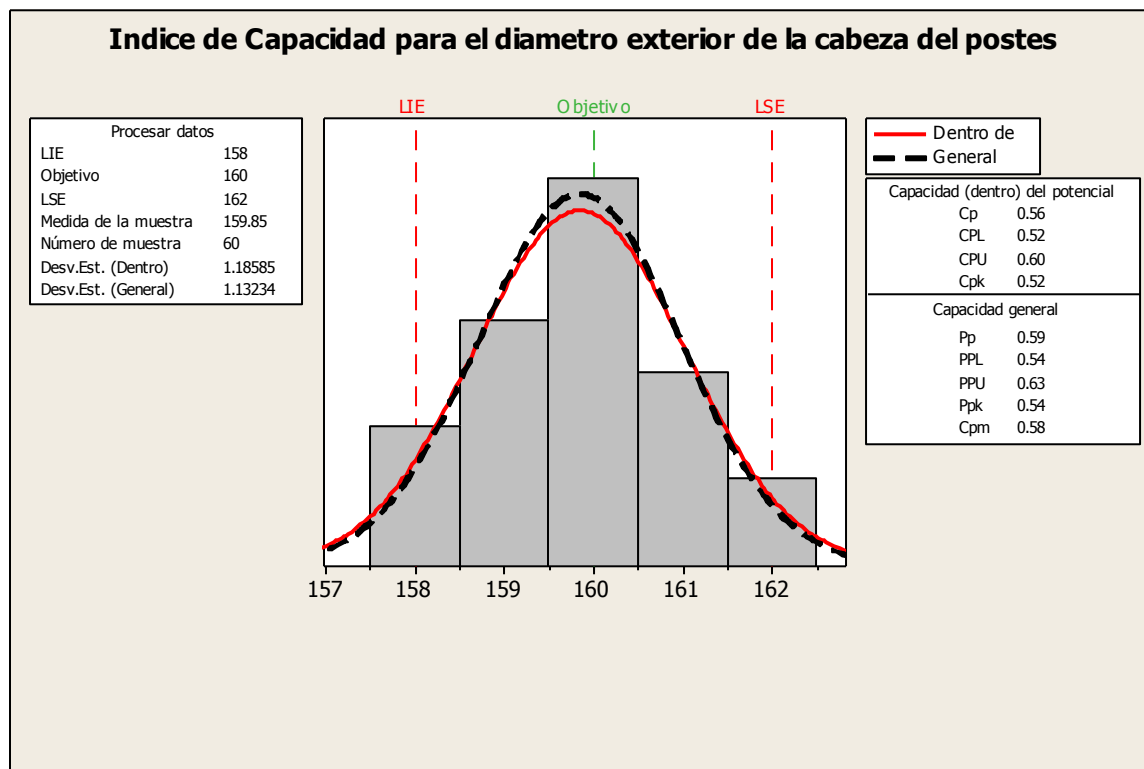
Se calculó el índice de capacidad del diámetro exterior de la cabeza de los postes con las mismas medidas.

Tabla 2

Observaciones del diámetro exterior de la cabeza del poste de concreto (mm)					
159	158	161	158	159	160
161	159	162	160	160	159
158	160	159	159	158	161
161	162	160	161	161	160
159	160	162	160	160	158
160	159	162	159	161	159
162	160	161	160	160	161
159	161	160	158	158	160
160	158	160	161	160	160
160	160	159	160	159	159

Resultados de los índices de capacidad por medio del MINITAB en función del diámetro exterior de la cabeza de los postes de concreto.

Gráfica 3



Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el índice $C_p = 0.56$ y el índice $C_{pk} = 0.52$ dichos valores significan que el diámetro exterior de cabeza de los postes se encuentra en categoría 4, lo que quiere decir que el proceso no es adecuado ya que generan diámetros no satisfactorios., por lo que están produciendo diámetros fuera de la especificaciones.

Ahora si se desea conocer de forma directa que tan descentrado está el proceso de esta característica se realizara el cálculo del índice K, dicho valor se encuentra de la siguiente forma:

INDICE DE CAPACIDAD DE DESCENTRADO DEL PROCESO.

$$K = \mu$$

$$K = 7.5 \%$$

Se puede concluir que el valor de $K = 7.5 \%$ se encuentra en los valores de K menores a 20 % en términos absolutos, entonces el proceso está centrado.

b. Análisis del diámetro exterior de la base del poste de concreto.

Para la realización del análisis se aplicaron cartas de individuales en función del diámetro exterior de la base del poste de concreto los datos y resultados efectuados en Excel se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 3

B	Observaciones de las mediciones del diámetro exterior de la base del poste	Rango móvil del diámetro exterior de la base del poste
# Observaciones		
1	324	
2	322	2
3	323	1
4	324	1
5	322	2
6	321	1
7	323	2
8	324	1
9	326	2
10	327	1
11	322	5
12	324	2
13	328	4
14	327	1
15	325	2
16	324	1
17	326	2
18	327	1
19	328	1
20	324	4
21	325	1
22	327	2
23	326	1
22	324	2
25	326	2
26	323	3
27	324	1
28	325	1
29	324	1
30	326	2
31	327	1

# Observaciones	Observaciones de las mediciones del diámetro exterior de la base del poste	Rango móvil del diámetro exterior de la base de los postes
32	328	1
33	324	4
34	325	1
35	326	1
36	325	1
37	324	1
38	326	2
39	326	0
40	324	2
41	324	0
42	325	1
43	324	1
44	323	1
45	322	1
46	324	2
47	321	3
48	324	3
49	325	1
50	326	1
51	325	1
52	326	1
53	322	4
54	321	1
55	322	1
56	324	2
57	328	4
58	326	2
59	324	2
60	325	1
	324.6167	1.6780
	\bar{X}	\bar{R}

Como se aprecia en la tabla 3, los datos mostrados se basan en 60 observaciones, obteniendo lo siguiente:

$\bar{X} = 324.6167$, $\bar{R} = 1.6780$, respectivamente.

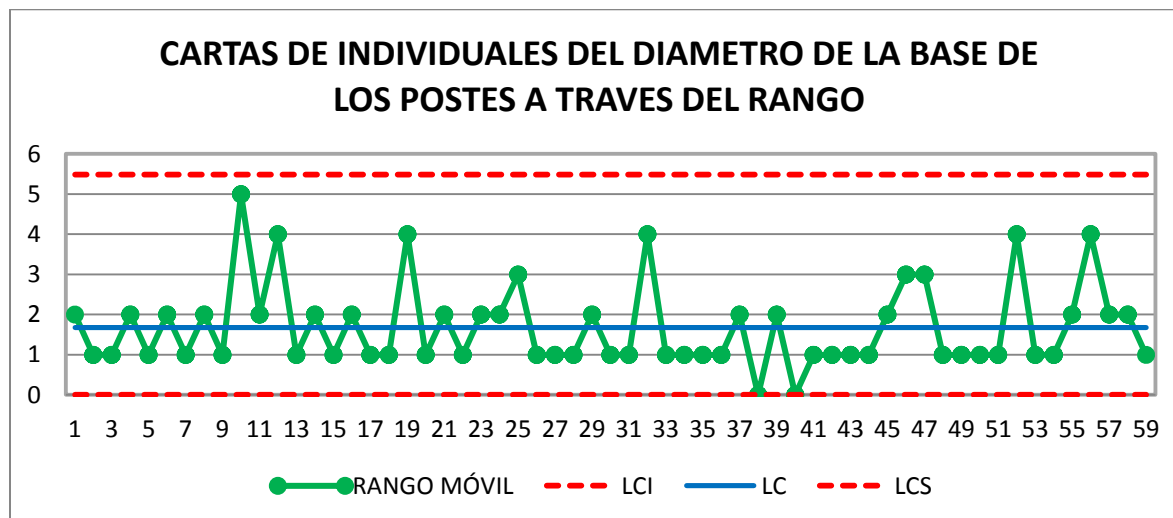
La desviación estándar del proceso $\sigma_x = 1.4876$, respectivamente.

De aquí que los límites de control para el diámetro de la cabeza del poste en función de la media y el rango sean:

Límites de control para el diámetro de la base del poste	LSC	LC	LIC
Límite para el rango	5.4820	1.6780	0
Límite para la media	329.0795	324.6167	320.1539

Carta de individuales en función del rango de las mediciones del diámetro exterior de la base del poste de concreto.

Grafica 4

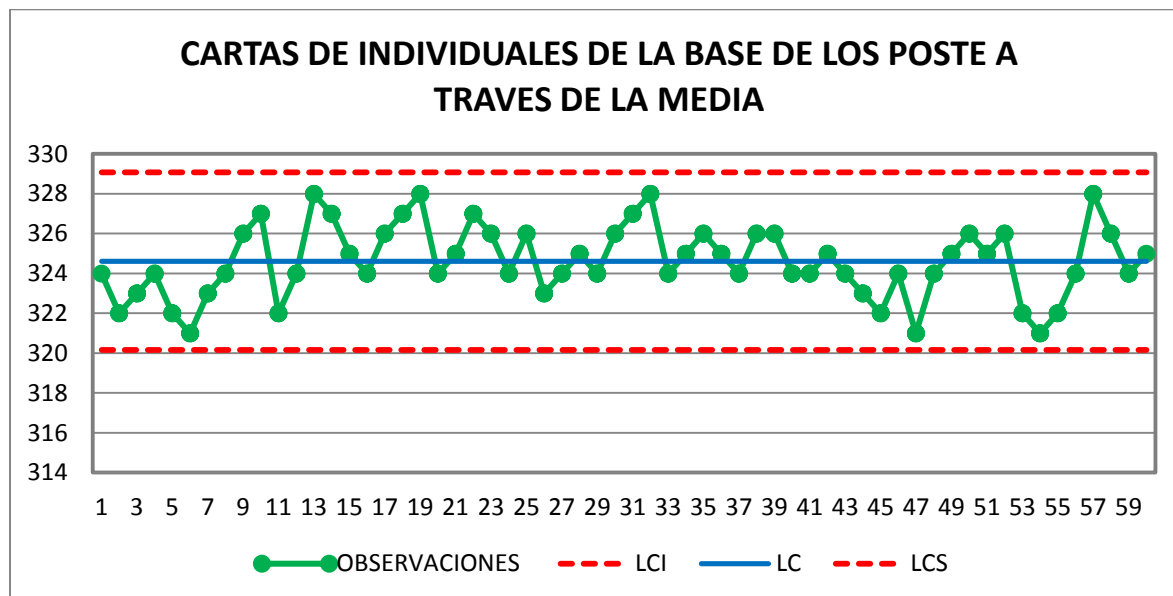


Fuente: Elaboración propia.

Por medio de la gráfica 4, se puede analizar que a través de los límites encontrados con referencia a la característica diámetros exterior de la base de los postes, el proceso se encuentran bajo control estadístico en lo que refiere a la variabilidad, ya que no presentan valores que sobrepasen los límites.

Carta de individuales en función de la media de las mediciones del diámetro exterior de la base del poste de concreto.

Grafica 5



Fuente: Elaboración propia.

Por medio de la gráfica 5 se puede apreciar que a través de los límites encontrados con respecto al diámetro de la base de los postes, este proceso se encuentra bajo control estadístico en referencia a la tendencia central de los datos recopilados y de acuerdo con la norma UF la medida estándar del diámetro de la base de los postes de concreto es de 324 mm, con una tolerancia de ± 4 mm.

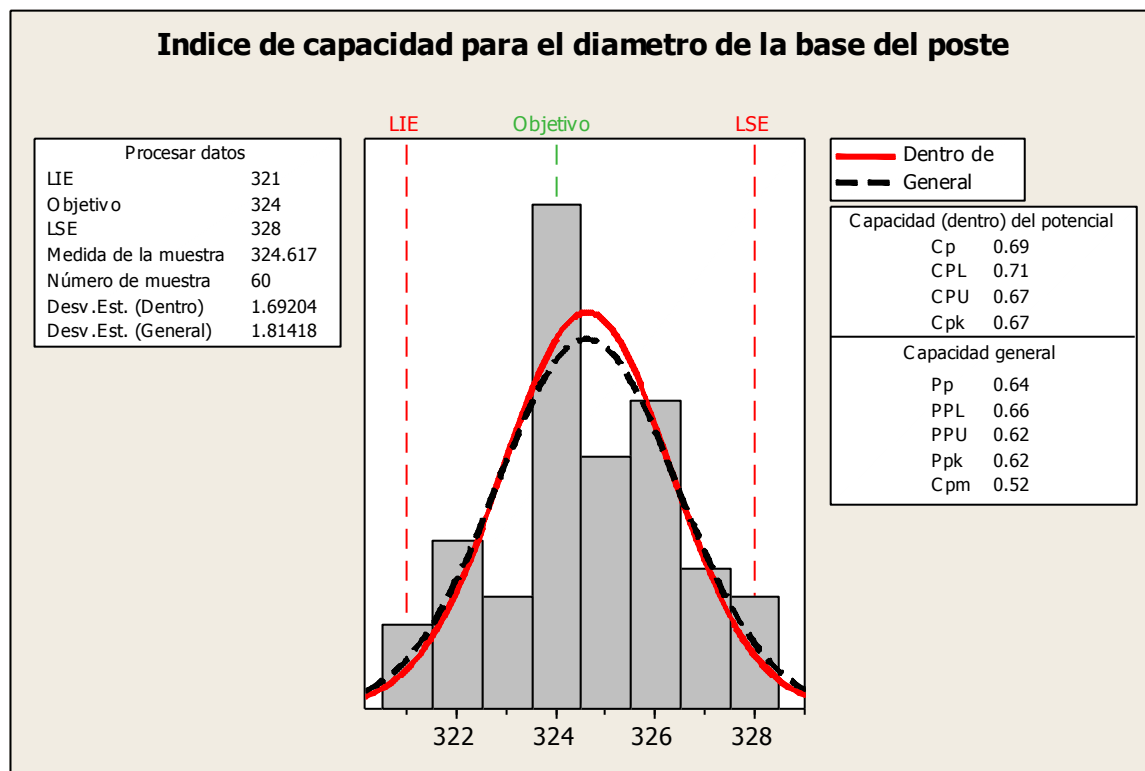
Se calculó el índice de capacidad del diámetro exterior de la base de los postes con las mismas medidas.

Tabla 4

Observaciones en función del diámetro exterior de la base del poste de concreto(mm)					
324	322	325	327	324	325
322	324	327	328	325	326
323	328	326	324	324	322
324	327	324	325	323	321
322	325	326	326	322	322
321	324	323	325	324	324
323	326	324	324	321	328
324	327	325	326	324	326
326	328	324	326	325	324
327	324	326	324	326	325

Resultados de los índices de capacidad por medio del MINITAB en función del diámetro exterior de la base de los postes de concreto.

Grafica 6



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que el índice $C_p = 0.69$ y el índice $C_{pk} = 0.67$ dichos valores significan que el diámetro exterior de base de los postes se encuentra en categoría 3, lo que quiere decir que el proceso no es adecuado ya que generan diámetros no satisfactorios., por lo que están produciendo diámetros fuera de la especificaciones.

Ahora si se desea conocer de forma directa que tan descentrado está el proceso de esta característica se realizara el cálculo del índice K, dicho valor se encuentra de la siguiente forma:

INDICE DE CAPACIDAD DE DESCENTRADO DEL PROCESO.

$$K = \mu$$

$$K = - 15.4175 \%$$

Se puede concluir que el valor de $K = - 15.4175 \%$ se encuentra en los valores de K menores a 20 % en términos absolutos, entonces el proceso está centrado.

c. Análisis de la longitud total de los postes de concretos.

Para la realización del análisis se aplicaron cartas de individuales en función de la longitud total de los postes de concreto los datos y resultados efectuados en Excel se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 5

C	Observaciones de la longitud total de los postes	Rango móvil de la longitud total de los postes
# observaciones		
1	10.48	
2	10.5	0.02
3	10.52	0.02
4	10.46	0.06
5	10.49	0.03
6	10.56	0.07
7	10.54	0.2
8	10.53	0.01
9	10.6	0.07
10	10.5	0.1
11	10.47	0.03
12	10.52	0.05
13	10.44	0.08
14	10.51	0.07
15	10.54	0.03
16	10.53	0.01
17	10.49	0.04
18	10.56	0.07
19	10.53	0.03
20	10.47	0.06
21	10.59	0.12
22	10.53	0.06
23	10.46	0.07
24	10.55	0.09
25	10.51	0.04
26	10.55	0.04
27	10.49	0.06
28	10.5	0.01
29	10.5	0
30	10.51	0.01
31	10.54	0.03
32	10.48	0.06
33	10.47	0.01

# observaciones	Observaciones de la longitud total de los postes	Rango móvil de la longitud total de los postes
34	10.53	0.06
35	10.51	0.02
36	10.57	0.06
37	10.6	0.03
38	10.49	0.11
39	10.51	0.02
40	10.52	0.01
41	10.5	0.02
42	10.49	0.01
43	10.51	0.02
44	10.53	0.02
45	10.52	0.01
46	10.47	0.05
47	10.54	0.07
48	10.48	0.06
49	10.49	0.01
50	10.5	0.01
51	10.51	0.01
52	10.52	0.01
53	10.48	0.04
54	10.59	0.11
55	10.5	0.09
56	10.47	0.03
57	10.5	0.03
58	10.51	0.01
59	10.49	0.02
60	10.5	0.01
	10.5125	0.0410
	\bar{X}	\bar{R}

Como se aprecia en la tabla 3, los datos mostrados se basan en 60 observaciones, obteniendo lo siguiente:

$\bar{x} = 10.5125$, $\bar{R} = 0.0410$, respectivamente.

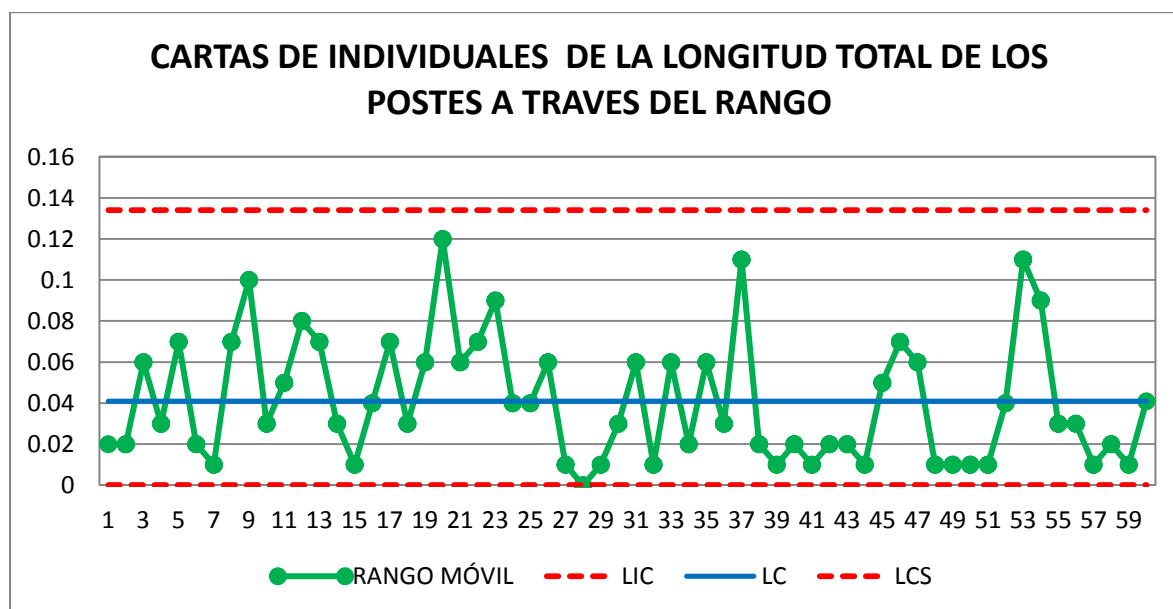
La desviación estándar del proceso $\sigma_x = 0.0363$, respectivamente.

De aquí que los límites de control para el diámetro de la base del poste en función de la media y el rango sean:

Límites de control para el diámetro de la cabeza del poste	LSC	LC	LIC
Límite para el rango	0.134	0.041	0
Límite para la media	10.6215	10.5125	10.4035

Carta de individuales en función del rango de las mediciones de la longitud total de los postes de concreto.

Gráfica 7

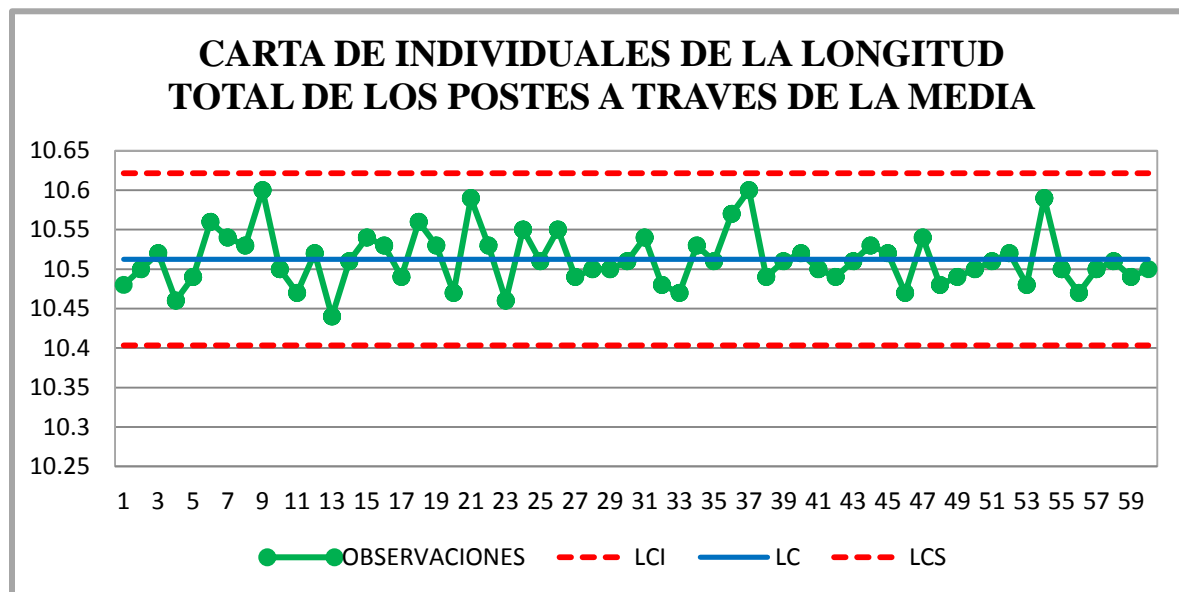


Fuente: Elaboración propia.

Por medio de la gráfica 7, se puede analizar que a través de los límites encontrados con referencia a la característica longitud total de los postes, el proceso se encuentran bajo control estadístico en lo que refiere a la variabilidad, ya que no presentan valores que sobrepasen los límites.

Carta de individuales en función de la media de las mediciones de la longitud total de los postes de concreto.

Gráfica 8



Fuente: Elaboración propia.

Por medio de la gráfica se puede apreciar que a través de los límites encontrados con respecto a la longitud total de los postes, este proceso se encuentra bajo control estadístico en referencia a la tendencia central de los datos recopilados y de acuerdo con la norma UF la medida estándar de la longitud total de los postes es de 10.5, con una tolerancia de + 0.20m y – 0.10m.

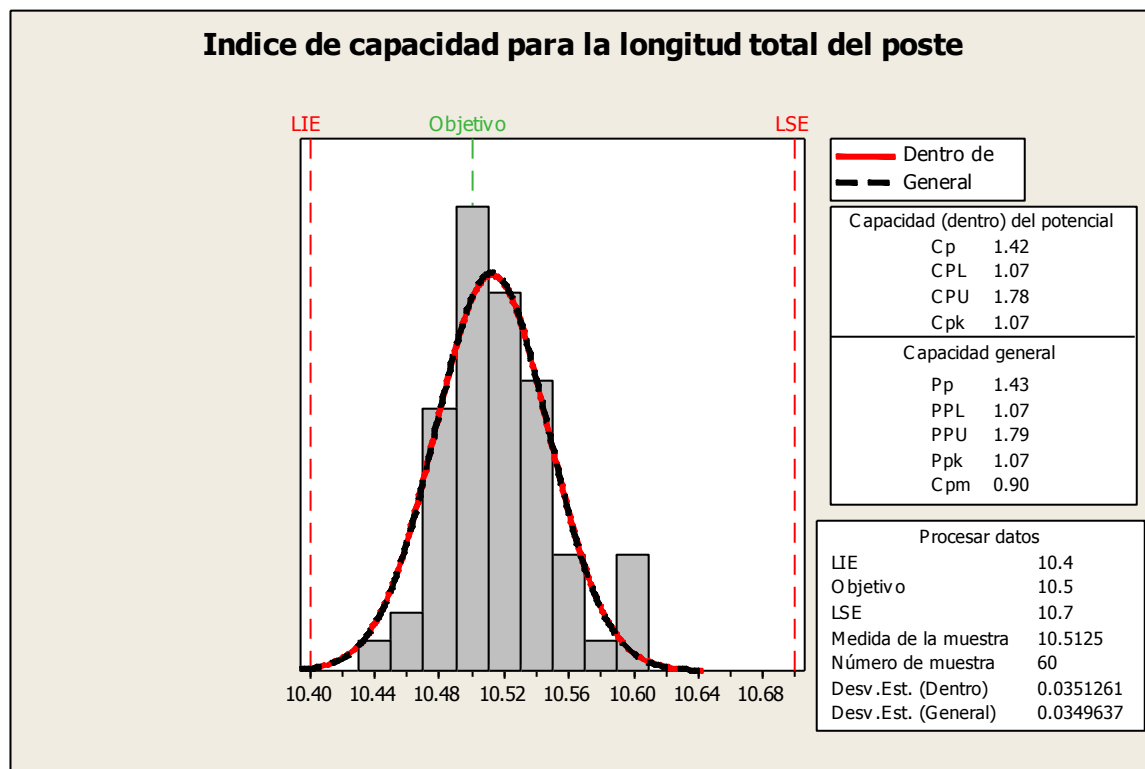
Se calculó el índice de capacidad de la longitud total de los postes con las mismas medidas.

Tabla 6

Observaciones en función de la longitud total del poste de concreto en m.					
10.48	10.47	10.59.	10.54	10.5	10.51
10.5	10.52	10.53	10.48	10.49	10.52
10.52	10.44	10.46	10.47	10.51	10.48
10.46	10.51	10.55	10.53	10.53	10.59
10.49	10.54	10.51	10.51	10.52	10.5
10.56	10.53	10.55	10.57	10.47	10.47
10.54	10.49	10.49	10.6	10.54	10.5
10.53	10.56	10.5	10.49	10.48	10.51
10.6	10.53	10.5	10.51	10.49	10.49
10.5	10.47	10.51	10.52	10.5	10.5

Resultados de los índices de capacidad por medio del MINITAB en función de la longitud total de los postes de concreto.

Gráfica 9



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que el índice $C_p = 1.42$ y el índice $C_{pk} = 1.07$ dichos valores significan que la longitud total de los postes se encuentra en categoría 1, lo que quiere decir que el proceso es adecuado ya que generan diámetros satisfactorios., por lo que están produciendo la longitud de los postes acorde a las especificaciones.

Ahora si se desea conocer de forma directa que tan descentrado está el proceso de esta característica se realizara el cálculo del índice K, dicho valor se encuentra de la siguiente forma:

INDICE DE CAPACIDAD DE DESCENTRADO DEL PROCESO.

$$K = \mu$$

$$K = - 8.3333 \%$$

Se puede concluir que el valor de $K = - 8.3333 \%$ se encuentra en los valores de K menores a 20 % en términos absolutos, entonces el proceso está centrado.

d. Análisis del pretensado de los torones del poste de concreto.

Para la realización del análisis se aplicaron cartas de control media-desviación, desviación en función de los postes de concreto los datos y resultados efectuados en Excel se presentan en la siguiente tabla.

Observaciones del pretensado de los torones del poste de concreto (Unidad de medida bar).

Tabla 7

OBSERVACIONES (bar)											Promedio	S
	A	B	C	d	E	f	G	h	i	j		Desviación
1	255	259	256	257	261	260	261	258	255	257	257.9	2.2828
2	259	260	258	256	259	261	255	256	257	259	258	1.9437
3	256	258	256	259	260	260	259	258	259	260	258.5	1.5092
4	257	258	260	255	261	260	260	259	26	259	258.9	1.792
5	256	255	259	258	259	260	258	260	260	261	258.6	1.8974
6	258	256	258	259	259	261	260	259	255	257	258.2	1.8135
7	260	258	257	260	259	261	254	256	257	259	258.1	2.1318
8	257	260	261	260	258	259	261	255	259	257	258.7	1.9465
9	259	261	258	259	256	258	259	257	260	260	258.7	1.4944
10	261	260	261	258	257	258	259	260	261	256	259.1	1.792
11	256	260	258	259	258	257	258	260	261	260	258.7	1.567
12	259	257	259	255	256	259	260	257	258	259	257.9	1.5951
13	260	261	255	260	257	258	259	255	257	259	258.1	2.079
14	258	259	261	257	258	255	261	257	256	260	258.2	2.044
15	260	257	255	258	255	257	259	260	257	261	257.9	2.079
Promedios finales											258.3667	1.8645

Como se aprecia en la tabla 7, se obtuvieron los resultados siguientes:

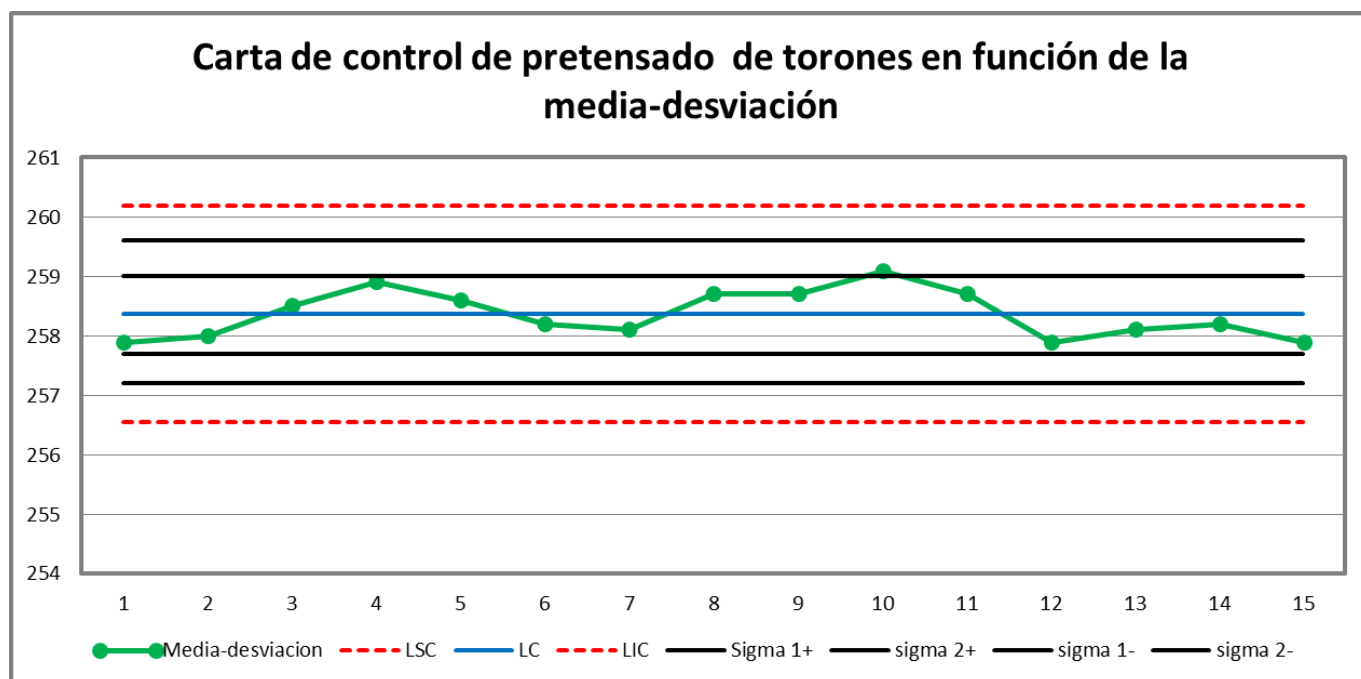
$\bar{\bar{X}} = 258.3667$, $\bar{S} = 1.8645$, respectivamente.

De aquí que los límites de control para el pretensado de los torones de los postes en función de la media-desviación y el desviación sean:

Límites de control para el pretensado de los torones del poste	LSC	LC	LIC
Límite para el media-desviación	260.1846	258.3667	256.5488
Límite para la desviación	3.1995	1.8645	0.5295

Carta de control del pretensado de torones en función de la media-varianza.

Gráfica 11

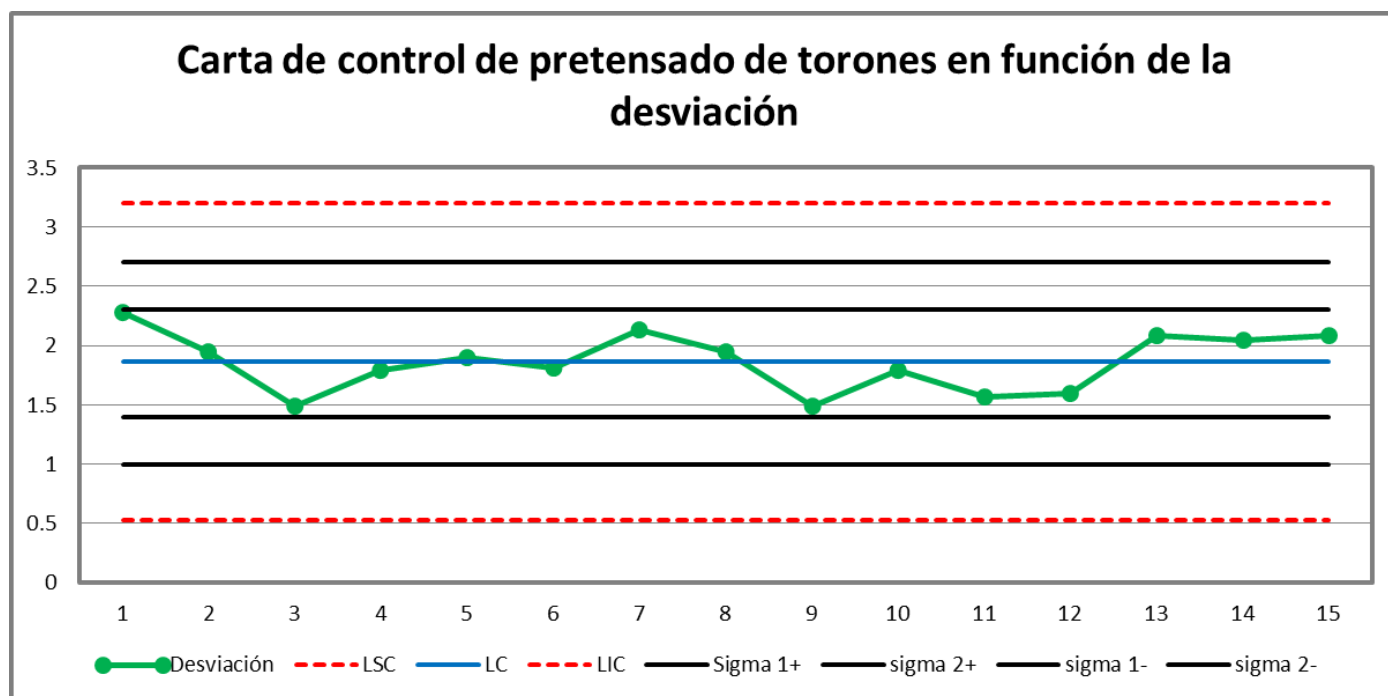


Fuente: Elaboración propia.

Por medio de la gráfica 11, se puede analizar que la carta media-desviación con referencia a la característica del pretensado de los torones de los postes, el proceso se encuentra bajo control estadístico ya que cumple con las ocho pruebas las cuales se resumen en cinco patrones.

Carta de control del pretensado de torones en función de la desviación.

Gráfica 12



Fuente: Elaboración propia.

Por medio de la gráfica 12, se puede analizar que la carta desviación con referencia a la característica del pretensado de los torones de los postes, el proceso no se encuentra bajo control estadístico ya que no cumple con una de las ocho pruebas las se resumen en cinco patrones.

e. Análisis de las distancias entre los taladros del poste de concreto.

Para la realización del análisis se aplicaron cartas de control media-desviación, desviación en función de las distancias entre los taladros del poste de concreto los datos y resultados efectuados en Excel se presentan en la siguiente tabla.

Observaciones del pretensado de los torones del poste de concreto (Unidad de medida bar).

Tabla8

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	Media	Desviación
1	202	203	201	202	203	203	202	201	203	204	203	202.4545	0.9342
2	201	202	202	203	203	201	203	203	203	202	203	202.3636	0.8090
3	202	203	203	202	201	203	201	203	202	202	203	202.2727	0.7862
4	203	202	203	201	202	203	202	203	204	202	201	202.3636	0.9244
5	202	203	202	201	203	203	202	201	203	202	203	202.2727	0.7862
6	203	203	203	202	203	202	204	203	202	203	203	202.8182	0.6030
7	202	200	202	203	201	202	204	203	203	201	203	202.1818	1.1677
8	202	203	204	202	203	203	203	203	204	203	202	202.9091	0.7006
9	202	204	201	203	203	202	203	201	202	203	203	202.4545	0.9342
10	203	203	202	203	201	203	203	202	203	204	203	202.7273	0.7862
11	202	203	204	203	203	202	203	204	202	203	204	203.0000	0.7746
12	203	201	203	203	202	204	202	203	202	203	203	202.6364	0.8090
13	203	203	203	202	203	201	202	203	203	202	204	202.6364	0.8090
14	203	202	203	203	203	203	204	203	202	203	203	202.9091	0.5394
15	202	203	203	202	204	203	202	201	203	202	203	202.5451	0.8202
												<u>202.5697</u>	<u>0.8123</u>

Como se aprecia en la tabla 8, se obtuvieron los resultados siguientes:

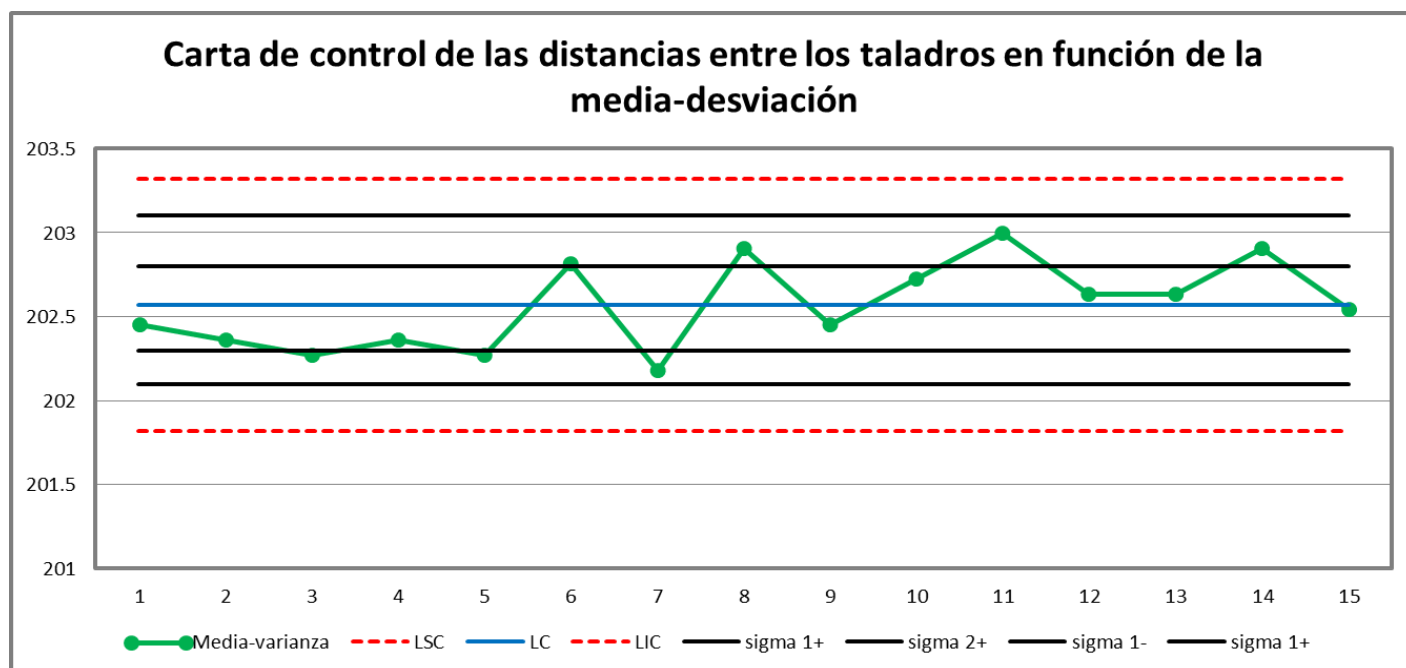
$$\bar{X} = 202.5697, \bar{S} = 0.8123, \text{ respectivamente.}$$

De aquí que los límites de control para el pretensado de los torones de los postes en función de la media-desviación y de la desviación sean:

Límites de control para el pretensado de los torones del poste	LSC	LC	LIC
Límite para el media-desviación	203.3227	202.5697	201.8166
Límite para la desviación	1.3638	0.8123	0.2607

Carta de control de las distancias entre los taladros en función de la media-desviación.

Gráfica 13

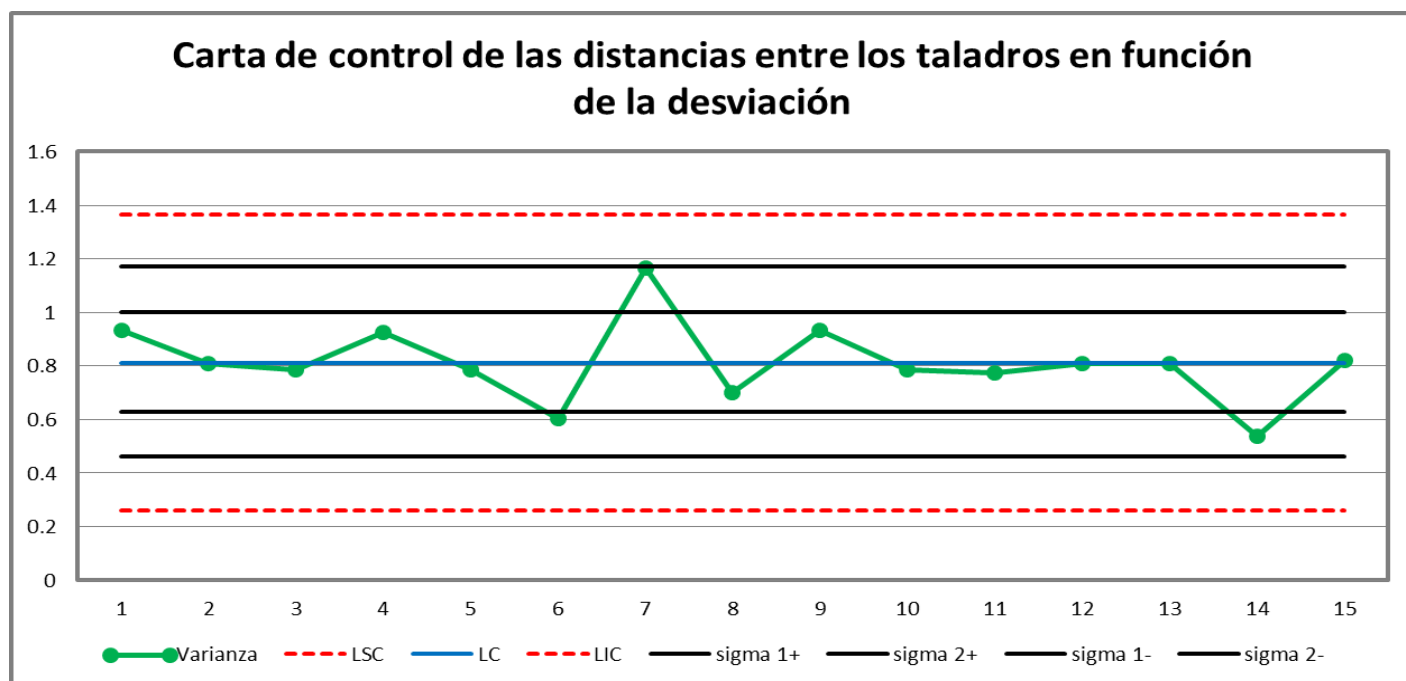


Fuente: Elaboración propia.

Por medio de la gráfica 13, se puede analizar que la carta media-desviación con referencia a la característica de la distancia entre los taladros de los postes, el proceso se encuentra bajo control estadístico ya que cumple con las ocho pruebas las cuales se resumen en cinco patrones.

Carta de control de la distancias entre los taladros en función de la desviación.

Gráfica 14



Fuente: Elaboración propia.

Por medio de la gráfica 14, se puede analizar que la carta de la desviación con referencia a la característica de la distancia entre los taladros de los postes, el proceso se encuentra bajo control estadístico ya que cumple con las ocho pruebas las cuales se resumen en cinco patrones.

VII.CONCLUSIONES

Después de haber aplicado los análisis y finalizado el estudio se obtuvieron las siguientes conclusiones las cuales serán planteadas en el mismo orden que los objetivos

- ✿ De acuerdo a la aplicación de las cartas de individuales para la característica **diámetro exterior de la cabeza** de los postes de concreto se encontró que los procesos están **bajo control estadístico**. Además que mediante las cartas de individuales para la característica **diámetro exterior de la base** del poste de concreto se encontraron que los procesos están **bajo control estadístico**. Y de los resultados obtenidos mediante las cartas de individuales para la característica **longitud total** del poste de concreto se encontró que los procesos están **bajo control estadístico**.
- ✿ De acuerdo al análisis de los índices de capacidad en función del **diámetro exterior de la cabeza** de los postes de concreto se encuentran en categoría 4 lo que quiere decir que **el proceso no es adecuado**. Además de los resultados obtenidos por medio de los índices de capacidad en función del **diámetro exterior de la base** del poste de concreto se encuentran en categoría 3 lo que quiere decir que **el proceso no es adecuado**. Y de los resultados obtenidos por medio de los índices de capacidad en función del **diámetro longitud total** de los postes de concreto se encuentran en categoría 1, lo que quiere decir que **el proceso es adecuado**.
- ✿ De acuerdo a la aplicación de las cartas de control en función de la media-desviación se encuentra **bajo control** en referencia a la tendencia central de acuerdo a la característica del **pretensado de los torones** y la carta de control en función a la desviación para el **pretensado de los torones no se encuentra bajo control** ya que no cumple con la prueba número ocho ya que existe el patrón cinco debido a la existencia de quince puntos consecutivos en la zona C Y de la aplicación de las cartas de control en base a la **distancia entre los taladros** las cartas de control en función de la media-desviación y desviación se encuentran **bajo control estadístico** referente a la tendencia central a la variabilidad.

VIII.RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos a través del análisis de la información y procesamiento de los datos por medio de cartas de control individuales, cartas de control y índice de capacidad se recomienda que debe de tener más control con los diámetros de los postes aunque estas no perjudiquen de alguna manera su rendimiento, sin embargo a largo plazo si no se tiene presente esto puede causar insatisfacción a los clientes en este caso a las empresas que demandan el producto

Además se recomienda la instalación de una centrifugadora que está en planes de aplicación la cual disminuirá las burbujas de aire que se forman durante el proceso de mezclado y rellenado proporcionando mayor calidad en la producción de los postes.

Se recomienda ser más estrictos y cuidadosos en la ejecución del proceso de pretensado ya que sabemos que la aplicación de mucha tensión provoca el rompimiento de las hebras de acero lo cual puede causar daños a los obreros que operan en esta área causando hasta la muerte.

IX.BIBLIOGRAFÍA

Besterfield, D.H. (2009), control de calidad. México:PEARSON EDUCACIÓN.

Gutiérrez Pulido, H. (2005). Calidad Total y Productividad. México: McGraw-Hill Interamericana
.tercera edición

Control estadístico de procesos. Web.cortland.edu/matresearchc/controlprocesos.pdf.

Fuente:<http://potyestadistica.wordpress.com/2008/08/27/tabla-de-constantes-para-graficos-de-control/>

X.ANEXOS

Constantes para Gráficos de Control																
n	A	A2	A3	c4	1/c4	B3	B4	B5	B6	d2	d3	1/d2	D1	D2	D3	D4
2	2.121	1.880	2.659	0.798	1.253	0.000	3.267	0.000	2.606	1.128	0.853	0.886	0.000	3.686	0.000	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.886	1.128	0.000	2.568	0.000	2.276	1.693	0.888	0.591	0.000	4.358	0.000	2.575
4	1.500	0.729	1.628	0.921	1.085	0.000	2.266	0.000	2.088	2.059	0.880	0.486	0.000	4.698	0.000	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.940	1.064	0.000	2.089	0.000	1.964	2.326	0.864	0.430	0.000	4.918	0.000	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.952	1.051	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.848	0.395	0.000	5.079	0.000	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.959	1.042	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.833	0.370	0.205	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.965	1.036	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.820	0.351	0.388	5.307	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.969	1.032	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.808	0.337	0.547	5.394	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.973	1.028	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.797	0.325	0.686	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.975	1.025	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.787	0.315	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.978	1.023	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.778	0.307	0.923	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.979	1.021	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.770	0.300	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.981	1.019	0.406	1.594	0.398	1.563	3.407	0.763	0.294	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.982	1.018	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.756	0.288	1.203	5.740	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.983	1.017	0.448	1.552	0.440	1.527	3.532	0.750	0.283	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.985	1.016	0.466	1.534	0.459	1.510	3.588	0.744	0.279	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.985	1.015	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.739	0.275	1.424	5.856	0.391	1.609
19	0.688	0.187	0.698	0.986	1.014	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.733	0.271	1.489	5.889	0.404	1.596
20	0.671	0.180	0.680	0.987	1.013	0.510	1.490	0.503	1.470	3.735	0.729	0.268	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.988	1.013	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.724	0.265	1.606	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.988	1.012	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.720	0.262	1.660	5.979	0.435	1.565
23	0.626	0.162	0.633	0.989	1.011	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.716	0.259	1.711	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.989	1.011	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.712	0.257	1.759	6.032	0.452	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.990	1.010	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.708	0.254	1.805	6.056	0.459	1.541

Fuente: <http://potyestadistica.wordpress.com/2008/08/27/tabla-de-constantes-para-graficos-de-control/>

ÍNDICES DE CAPACIDAD DE UN PROCESO

Valores de C_p y su interpretación

Valor de C_p	Clase o Categoría de Proceso	Decisión (si el proceso está centrado)
$C_p \geq 2$	Clase Mundial	Se tiene calidad seis sigma
$C_p > 1.33$	1	Adecuado
$1 < C_p \leq 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto
$0.67 < C_p \leq 1$	3	No adecuado para el trabajo. Un análisis del proceso es necesario. Requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria
$C_p \leq 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere modificaciones muy serias
Nota: si el $C_{pk} < C_p$ entonces una vez que se centre el proceso se tendrá la clase de proceso que se indica.		

Fuente: capítulo 5 de capacidad de procesos 2